

5

Beschreibung

10

**Nulldurchgangsdetektion eines Ultraschallsignals mit
variablen Schwellenwert**

Die Erfinung betrifft einen Ultraschall-Strömungssensor
15 gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein
Verfahren zur Detektion des Empfangszeitpunkts eines
Ultraschallsignals gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs
7.

20 Ultraschall-Strömungssensoren dienen insbesondere dazu, den
Volumen- oder Massestrom oder die Strömungsgeschwindigkeit
eines gasförmigen oder flüssigen Mediums zu messen, das durch
eine Rohrleitung strömt. Ein bekannter Typ von Ultraschall-
Strömungssensoren umfasst zwei in Strömungsrichtung versetzt
25 angeordnete Ultraschallwandler, die jeweils Ultraschall-
signale erzeugen und diese an den jeweils anderen
Ultraschallwandler aussenden. Die Ultraschallsignale werden
vom jeweils anderen Wandlern empfangen und mittels einer
Elektronik ausgewertet. Der Laufzeitunterschied zwischen dem
30 Signal in Strömungsrichtung und dem Signal in Gegenrichtung
ist dabei ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit des
Fluids. Daraus kann die gewünschte Messgröße, wie z.B. ein
Volumen- oder Massestrom, berechnet werden.

35

Fig. 1 zeigt eine typische Anordnung eines Ultraschall-
Strömungssensors mit zwei Ultraschallwandlern A, B, die
innerhalb einer Rohrleitung 3 angeordnet sind und sich in
einem Abstand L gegenüberstehen. In der Rohrleitung 3 strömt
ein Fluid 1 mit einer Geschwindigkeit v in Richtung des

40

Pfeils 2. Die Messtrecke L ist gegenüber der
Strömungsrichtung 2 um einen Winkel α geneigt. Während einer

5 Messung senden sich die Ultraschallwandler A,B gegenseitig Ultraschallsignale zu, die je nach Richtung von der Strömung entweder verlangsamt oder beschleunigt werden. Die Laufzeiten der Schallsignale sind dabei ein Maß für die zu bestimmende Strömungsgeschwindigkeit.

10

Fig. 2 zeigt eine stark vereinfachte schematische Darstellung einer Wandleranordnung mit einer daran angeschlossenen Steuer- und Auswerteelektronik 4. Der Strömungssensor kann z.B. nach dem sogenannten "sing-around"-Verfahren arbeiten. 15 Dabei wird durch den Empfang eines Ultraschallsignals A0 bzw. B0 an einem der Wandler A,B unmittelbar ein Ultraschallsignal in Gegenrichtung ausgelöst.

20 Für die Laufzeitmessung eines Ultraschallsignals A0 bzw. B0 ist es von wesentlicher Bedeutung, dass der Empfangszeitpunkt eines Ultraschallsignals A0,B0 eindeutig und genau bestimmt werden kann. Ein aus dem Stand der Technik bekanntes Verfahren zur Bestimmung eines Empfangszeitpunkts wird im Folgenden anhand von Fig. 3 erläutert.

25

Fig. 3 zeigt den Signalverlauf eines einzelnen Ultraschallsignals A0,B0. Der "Empfangszeitpunkt" des Signals A0,B0 ist hier als der erste Nulldurchgang N_0 des Signals definiert, nachdem die Signalamplitude Amp einen vorgegebenen 30 Schwellenwert SW (den sogenannten Pretrigger Level) überschritten hat. In dem dargestellten Beispiel wäre somit der Zeitpunkt t_0 der Empfangszeitpunkt des Signals. (Der Empfangszeitpunkt des Signals könnte alternativ auch durch Auswertung der Phase des Signals bestimmt werden.)

35

40 Verschmutzungen, Driften oder Alterung der Ultraschallwandler, oder Turbulenzen im strömenden Fluid können dazu führen, dass die Amplitude der Ultraschallsignale A0,B0 stark variiert. Solange die Signalamplitude sich nicht zu stark ändert, wird die Nulldurchgangsdetektion kaum beeinträchtigt, da immer der gleiche Nulldurchgang als

5 Empfangszeitpunkt detektiert wird und die Frequenz des Signals im wesentlichen gleich bleibt. Sobald die maximale Signalamplitude der Halbwelle vor dem Zeitpunkt t_0 jedoch in den Bereich des Schwellenwerts SW kommt, kann es zu Fehlmessungen des Empfangszeitpunkts kommen, wenn das

10 Ultraschallsignal den Schwellenwert z.B. zu einem späteren Zeitpunkt überschreitet und somit ein falscher Nulldurchgang als Empfangszeitpunkt detektiert wird.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die

15 Messgenauigkeit eines Ultraschall-Strömungssensors, der den Empfangszeitpunkt eines Ultraschallsignals mittels Nulldurchgangsdetektion bestimmt, zu verbessern.

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch die im

20 Patentanspruch 1 sowie im Patentanspruch 7 angegebenen Merkmale. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung besteht darin, eine

25 Information über die Amplitude des Ultraschallsignals zu ermitteln und den Schwellenwert (Pretrigger Level) an die Amplitude des Ultraschallsignals anzupassen. Dadurch kann erreicht werden, dass bei einer veränderten Signalamplitude immer der richtige, d.h. der gleiche Nulldurchgang bzw. das

30 richtige Ereignis als Empfangszeitpunkt detektiert wird.

Eine Information über die Signalamplitude kann in unterschiedlicher Art und Weise ermittelt werden: Eine erste Möglichkeit besteht darin, ein Signalmaxima, vorzugsweise die

35 maximale Amplitude des Ultraschallsignals mittels einer entsprechenden Einrichtung zu messen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Ultraschallsignal gleichzurichten und einen Mittelwert zu bestimmen. Auch dieser Mittelwert ist ein Maß für die Signalamplitude und kann somit als Referenzgröße

40 zur Anpassung des Schwellenwerts herangezogen werden. Darüber hinaus sind viele andere Signal-Auswerteverfahren denkbar,

5 aus denen eine Information über die Signalamplitude gewonnen werden kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Empfangseinheit des Ultraschall-Strömungssensor eine

10 Einrichtung zum Messen der maximalen Amplitude des Ultraschallsignals. Der Schwellenwert kann somit an die aktuelle maximale Signalamplitude angepasst werden. Fehlmessungen werden dadurch stark verringert.

15 Eine bevorzugte Ausführungsform der Amplituden-Messeinrichtung umfasst eine erste S/H-Stufe (Abtast- und Halteglied), an deren Eingang das Ultraschallsignal bzw. ein entsprechendes Wandler-Ausgangssignal anliegt und die den maximalen Wert der Signalamplitude speichert, sowie eine

20 nachgeschaltete zweite S/H-Stufe, die den maximalen Wert der ersten S/H-Stufe übernimmt und speichert. Aus dem so ermittelten maximalen Amplitudenwert kann schließlich ein gewünschter Schwellenwert (Pretrigger Level) erzeugt werden.

25 Das Ausgangssignal der zweiten S/H-Stufe wird zu diesem Zweck von einem Spannungsteiler geteilt und die Teilspannung (=Schwellenwert) einem Komparator zugeführt. Der Komparator schaltet vorzugsweise seinen Ausgang, wenn das Wandler-Ausgangssignal den Schwellenwert überschreitet. Anschließend kann nun die Nulldurchgangsdetektion durchgeführt werden.

30

35 Um zu verhindern, dass der Schwellenwert zu stark schwankt, ist vorzugsweise ein Tiefpassfilter vorgesehen, mit dem die Amplitudeninformation oder die Schwellenwertinformation (d.h. das entsprechende Signal) gefiltert wird.

40 Eine andere Ausführungsform der Empfangseinheit umfasst einen Gleichrichter, mit dem das Wandler-Ausgangssignal gleichgerichtet wird. Das gleichgerichtete Signal kann z.B. mittels eines Integrators integriert oder mittels eines Tiefpasses gefiltert werden. Das Integrator-Ausgangssignal

5 als auch das Filter-Ausgangssignal geben wiederum Rückschluss auf die Signalamplitude des Ultraschallsignals und erlauben somit die Anpassung des Schwellenwerts.

10 Eine weitere Ausführungsform der Empfangseinheit umfasst einen Differenzierer, mit dem das Wandler-Ausgangssignal differenziert wird, sowie eine nachgeordnete Einheit zur Nulldurchgangsdetektion, mit der die Zeitpunkte der Maxima des Ultraschallsignals erfasst werden. Die Maxima können z.B. in einer S/H-Stufe gespeichert und daraus das Maximum mit dem 15 höchsten Wert ermittelt werden.

20 Eine weitere Ausführungsform der Empfangseinheit umfasst zwei lock-in-Verstärker, in denen das Wandler-Ausgangssignal anhand zweier Referenztaktsignale verstärkt wird, wobei die Referenztaktsignale die Frequenz der Ultraschallsignale haben und gegenseitig, z.B. um $\pi/2$, phasenverschoben sind. Werden die beiden so erzeugten Verstärker-Ausgangssignale integriert oder mit einem Tiefpass gefiltert, kann aus den resultierenden Signalen u_0 und $u_{\pi/2}$ durch quadratische 25 Mittelung $\sqrt{u_0^2 + u_{\pi/2}^2}$ ein Wert bestimmt werden, der ein Maß für die Signalamplitude darstellt und eine Anpassung des Schwellenwerts erlaubt.

30 Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 zeigt einen aus dem Stand der Technik bekannten Ultraschall-Strömungssensor mit zwei Ultraschallwandlern;

35 Fig. 2 einen Ultraschall-Strömungssensor mit zugehöriger Steuer- und Empfangsschaltung;

Fig. 3 den Signalverlauf eines einzelnen Ultraschallsignals;

40 Fig. 4 eine Empfangseinheit zur Anpassung des Schwellenwerts gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

5

Fig. 5 einen Signalflussplan der Signale von Fig. 4; und

Fig. 6a-6d verschiedene Ausführungsformen von
Empfangseinheiten zur Anpassung des Schwellenwerts.

10

Bezüglich der Erläuterung der Fig. 1-3 wird auf die
Beschreibungseinleitung verwiesen.

Fig. 4 zeigt einen Teil einer Empfangseinheit 4, mit der der
15 Schwellenwert SW an die Signalamplitude der Ultraschall-
signale A0 bzw. B0 angepasst werden kann. Die Empfangseinheit
4 misst bei dieser Ausführungsform die maximale Amplitude
Amp_{max} des Ultraschallsignals A0, B0.

20 Die Empfangseinheit 4 umfasst einen ersten Komparator 10, an
dessen Eingang US das Wandler-Ausgangssignal 5 anliegt, und
dessen anderer Eingang mit dem Ausgang 19 einer ersten S/H-
Stufe 12 verbunden ist. Der Komparator 10 wechselt seinen
Ausgangszustand, wenn das Wandler-Ausgangssignal 5 größer
25 wird als der in der S/H-Stufe 12 bisher gespeicherte
Amplitudenwert. Dadurch wird die erste S/H-Stufe 12
aktiviert, die dann den aktuellen Amplitudenwert übernimmt
und speichert. Fig. 3 zeigt den Verlauf des Ausgangssignals
19 der ersten S/H-Stufe 12.

30

Wenn das Ultraschallsignal A0 bzw. B0 abgeklungen ist,
übernimmt eine zweite S/H-Stufe 13 den maximalen
Amplitudenwert Amp_{max} der ersten S/H-Stufe 12. Die zweite S/H-
Stufe 13 wird hierzu von einem Steuersignal „stop“
35 angesteuert. Das Ausgangssignal 20 der zweiten S/H-Stufe 13
wird einem Spannungsteiler 14 mit einstellbarem Teilerfaktor
zugeführt. Der Spannungsteiler 14 ist hier als
Trimmopotentiometer realisiert. Die Teilspannung U_t bildet
dabei den neuen Schwellenwert SW für die Detektion des
40 Empfangszeitpunktes.

5 Die Teilspannung U_t wird einem zweiten Komparator 16 als Referenzspannung zugeführt. Der andere Eingang des Komparators 16 ist mit dem Eingang US der Empfangseinheit 4 verbunden. Das Ausgangssignal des zweiten Komparators 16 ändert somit den Schaltzustand, wenn das Ultraschallsignal 10 A0,B0 den Schwellenwert SW überschreitet bzw. unterschreitet. Der Schaltzustand wird in einem Monoflop 18 gespeichert.

Fig. 5 zeigt den Signalverlauf einiger Signale der Schaltung von Fig. 4. Der Signalverlauf ist dort schraffiert 15 gezeichnet, wo das entsprechende Signal entweder von vorherigen Ereignissen abhängt oder der Signalzustand undefiniert ist.

Das Messverfahren beginnt mit dem Erzeugen eines Start- 20 Signals "start", das der ersten S/H-Stufe 12 über ein Oder-Gatter 11 zugeführt wird, um diese zu aktivieren. Bei Empfang eines Ultraschallsignals A0,B0 am Eingang US speichert die erste S/H-Stufe 12 (Signal s/h1) die maximale Signalamplitude Amp_{max} , wie vorstehend beschrieben wurde. Mit Eintreffen eines 25 Stopp-Signals "stop" übernimmt die zweite S/H-Stufe 13 den Wert der ersten S/H-Stufe 12 (Signal s/h2).

Mit dem nächsten Start-Signal wird die erste S/H-Stufe 12 wieder zurückgesetzt und eine neue Messung kann beginnen. 30 Fig. 6a zeigt eine andere Ausführungsform einer Empfangseinheit 4, bei der das Wandler-Ausgangssignal zunächst einem Gleichrichter 21 zugeführt wird. Das Ausgangssignal des Gleichrichters 21 wird schließlich mittels 35 eines Integrators 22 integriert, wobei eine Mittelwertbildung des Signals stattfindet. Dieser Wert ist somit wiederum ein Maß für die maximale Amplitude des Ultraschallsignals A0,B0. Das Integrator-Ausgangssignal wird dann von der zweiten S/H-Stufe 13 abgetastet und gespeichert. Die übrige Schaltung zur 40 Erzeugung der Teilspannung U_t kann identisch wie in Fig. 4 realisiert sein.

5

Fig. 6b zeigt eine weitere Ausführungsform einer Empfangseinheit 4 mit einem Gleichrichter 21 und einem nachgeordneten Tiefpass 15. Das gleichgerichtete und gefilterte Wandler-Ausgangssignal 5 kann z.B. wiederum 10 mittels der Schaltung von Fig. 4 ausgewertet werden.

Fig. 6c zeigt eine weitere andere Ausführungsform einer Empfangseinheit 4 mit einem Differenzierer 23 und einer Einheit 24 zur Nulldurchgangsdetektion. Mit Hilfe des 15 Differenzierers 23 und der Einheit 24 werden die Zeitpunkte der Signalmaxima des Ultraschallsignals A0,B0 bestimmt und eine nachgeordnete S/H-Stufe 25 aktiviert, die jeweils die maximalen Signalwerte übernimmt. Damit beim Abklingen des Ultraschallsignals A0,B0 nicht wieder niedrigere 20 Amplitudenwerte übernommen werden, kann die Anzahl der Abtastvorgänge der S/H-Stufe 25 z.B. durch einen Zähler oder ein Monoflop begrenzt werden.

Fig. 6d zeigt eine noch andere Ausführungsform einer 25 Empfangseinheit 4 mit zwei lock-in-Verstärkern 40,42 bzw. 41,43. Die lock-in-Verstärker können z.B. als Multiplizierer 40,41 mit nachfolgenden Integriergliedern 42,43 aufgebaut sein. In diesem Fall wird das Ultraschallsignal A0, B0 mittels der Referenztakte Ref₀ und Ref_{pi/2}, die genau die 30 Ultraschallfrequenz haben, phasengesteuert invertiert. Eine andere Möglichkeit besteht z.B. darin, dass anstelle der beiden Multiplizierer jeweils ein invertierender und ein nichtinvertierender Verstärker eingesetzt wird, deren Verstärkungsfaktoren bis auf das Vorzeichen im Wesentlichen 35 gleich sind. In diesem Fall würde dann z.B. ein Signalmultiplexer eingesetzt, um gemäss der Referenztakte zwischen invertierendem und nichtinvertierendem Betrieb hin und her zu schalten. Die Referenztakte sind dabei um pi/2 40 phasenverschoben. Die resultierenden Signale werden dann integriert und somit die Verstärker-Ausgangssignale u₀ und u_{pi/2} erzeugt. Alternativ zu der Integrierung der Signale ist

5 z.B. auch eine Tiefpassfilterung denkbar. Die Signale u_0 und $u_{pi/2}$ werden über eine digitale oder analoge Rechenschaltung 44 quadratisch addiert und mit einer S/H-Stufe 13 abgetastet. Das Ausgangssignal out der Schaltung von Fig. 6d ist wiederum ein Maß für die Amplitude des Ultraschallsignals und erlaubt 10 die Anpassung des Schwellenwerts SW (U_t). Die übrige Schaltung zur Erzeugung der Teilspannung U_t kann identisch wie in Fig. 4 realisiert sein.

Das dynamische Verhalten der Empfangseinheit 4 kann außerdem 15 durch geeignete Filter beeinflusst werden. Ein Tiefpassfilter beispielsweise verhindert zu schnelle Anpassungen des Schwellenwerts SW. Ein solcher Tiefpassfilter könnte z.B. als RC-Glied realisiert sein, das zwischen die zweite S/H-Stufe 13 und das Trimmopotentiometer 14 geschaltet ist. Wahlweise 20 könnte der Tiefpassfilter 15 auch zwischen das Trimmopotentiometer und den zweiten Komparator 16 geschaltet sein.

Bezugszeichenliste

10		
1	Fluid	
2	Strömungsrichtung	
3	Rohrleitung	
4	Steuer- und Empfangseinheit	
15	5 Wandler-Ausgangssignal	
10	erster Komparator	
11	Oder-Gatter	
12	Erste S/H-Stufe	
13	Zweite S/H-Stufe	
20	14 Spannungsteiler	
15	Tiefpassfilter	
16	Zweiter Komparator	
17	Und-Gatter	
18	Monoflop	
25	19 Ausgang der ersten S/H-Stufe 12	
20	Ausgang der zweiten S/H-Stufe 13	
21	Gleichrichter	
22	Integrator	
23	Differenzierer	
30	24 Einheit zur Nulldurchgangsdetektion	
25	S/H-Stufe	
40, 41	Multiplizierer	
42, 43	Integrierer	
44	Recheneinheit	
35	Ref ₀ , Ref _{pi/2} Referenztaktsignale	
	t ₀ Empfangszeitpunkt	
	SW Schwellenwert	
	A ₀ , B ₀ Ultraschallsignale	
	A, B Ultraschallwandler	
40	L Messtrecke	
	U _t Teilspannung	

Patentansprüche

10

1. Ultraschall-Strömungssensor mit
 - wenigstens einem Ultraschallwandler (A,B) zum Aussenden und Empfangen von Ultraschallsignalen (A0,B0) und
 - einer am Ultraschallwandler (A,B) angeschlossenen Empfangseinheit (4), die überwacht, wann das Ultraschallsignal (A0,B0) einen vorgegebenen Schwellenwert (SW) überschreitet und in Abhängigkeit von diesem Ereignis einen Empfangszeitpunkt (t_0) des Ultraschallsignals (A0,B0) bestimmt,

20

dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinheit (4) eine Information über die Amplitude (Amp) des Ultraschallsignals (A0,B0) ermittelt und den Schwellenwert (SW) in Abhängigkeit von der ermittelten Information einstellt.

25

2. Ultraschall-Strömungssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinheit (4) eine erste S/H-Stufe (12), an deren Eingang (US) ein Wandler-Ausgangssignal (5) anliegt, und eine nachgeschaltete zweite S/H-Stufe (13) aufweist, die den maximalen Wert (Amp_{max}) der ersten S/H-Stufe (12) übernimmt und speichert.

30

3. Ultraschall-Strömungssensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Spannungsteiler (14), der das Ausgangssignal (20) der zweiten S/H-Stufe (13) teilt, und ein Komparator (16) vorgesehen sind, dem die Teilspannung des Spannungsteilers (14) zugeführt wird.

35

4. Ultraschall-Strömungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Tiefpassfilter (15) vorgesehen ist, mit dem die Information über die

40

5 Signalamplitude (Amp_{max}) oder eine daraus abgeleitete
Information (U_t) gefiltert wird.

10 5. Ultraschall-Strömungssensor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinheit
(4) einen Gleichrichter (21) aufweist, mit dem das Wandler-
Ausgangssignal (5) gleichgerichtet wird.

15 6. Ultraschall-Strömungssensor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinheit
(4) einen Differenzierer (23), dem das Wandler-Ausgangssignal
(5) zugeführt wird, sowie eine nachgeschaltete Einheit (24)
zur Nulldurchgangsdetektion aufweist.

20 7. Verfahren zur Detektion des Empfangszeitpunktes (t_0) eines
an einem Ultraschallwandler (A,B) empfangenen
Ultraschallsignals (A0,B0) mittels einer Empfangseinheit (4),
die überwacht, wann das Ultraschallsignal (A0,B0) einen
vorgegebenen Schwellenwert (SW) überschreitet und in
Abhängigkeit von diesem Ereignis einen Empfangszeitpunkt (t_0)
25 des Ultraschallsignals (A0,B0) bestimmt, dadurch
gekennzeichnet, dass die Empfangseinheit (4) eine Information
über eine Amplitude (Amp) des Ultraschallsignals (A0,B0)
ermittelt und der Schwellenwert (SW) in Abhängigkeit von der
ermittelten Information (Amp) eingestellt wird.

30 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
der maximale Amplitudenwert (Amp_{max}) des Ultraschallsignals
(A0,B0) in einer ersten S/H-Stufe (12) gespeichert wird, und
der Maximalwert (Amp_{max}) der ersten S/H-Stufe (12) von einer
35 zweiten S/H-Stufe (13) abgetastet und gespeichert wird.

40 9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
die Amplitudeninformation (Amp_{out}) aus dem Ausgangssignal
($u_o, u_{pi/2}$) zweier lock-in-Verstärker (41,42;41,43) gewonnen
wird.

1 / 4

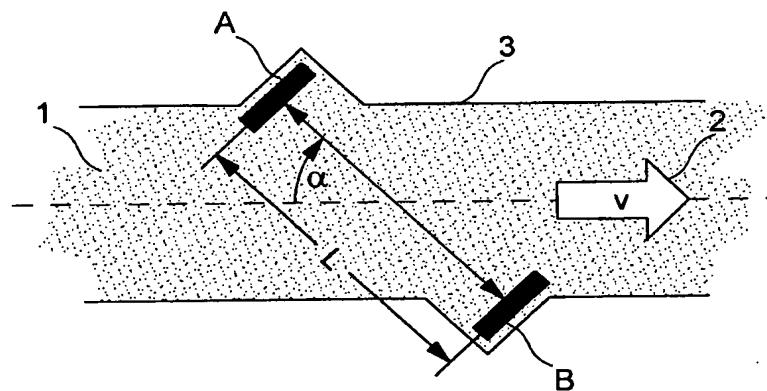


Fig. 1

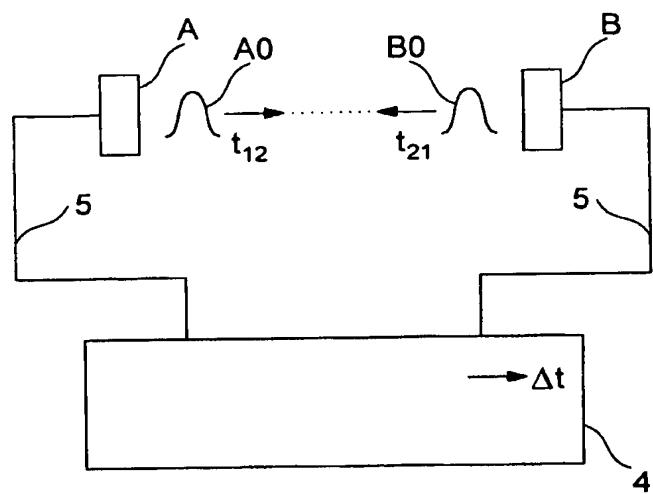


Fig. 2

2 / 4

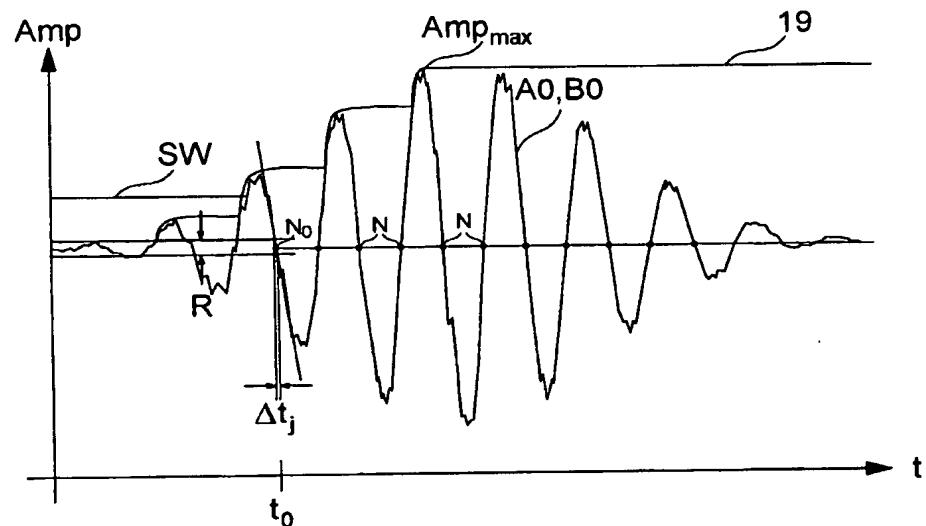


Fig. 3

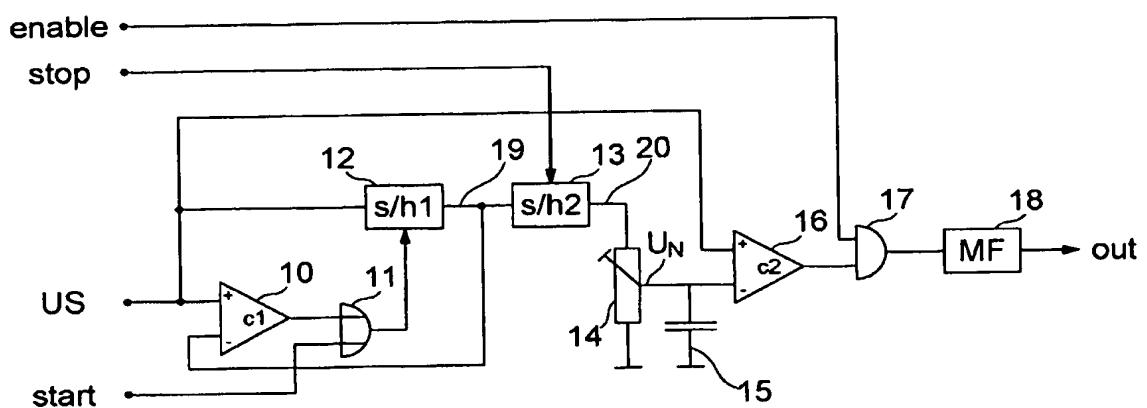


Fig. 4

3 / 4

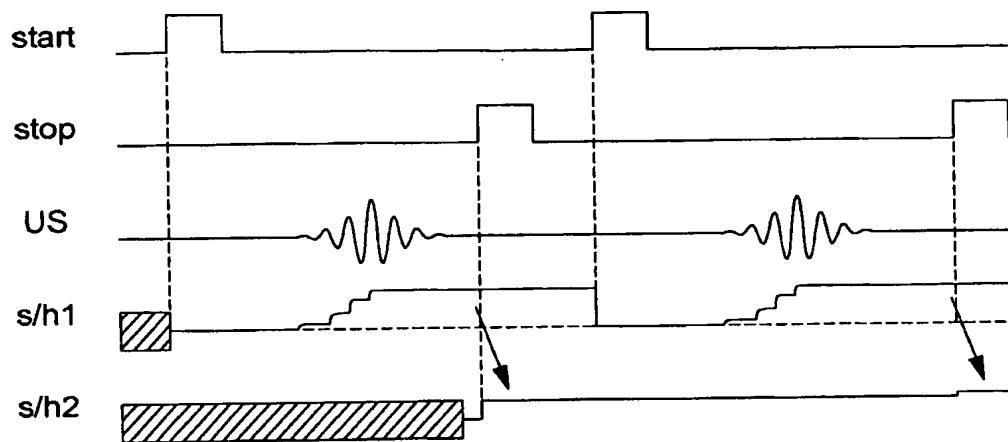


Fig. 5

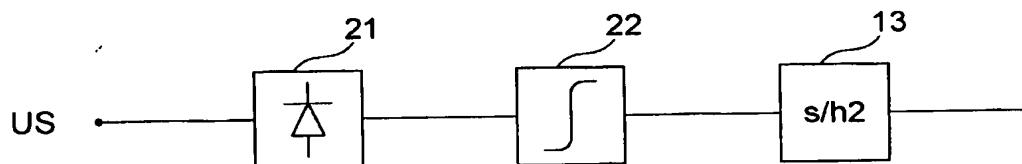


Fig. 6a

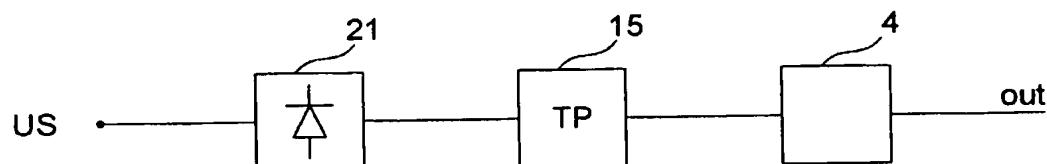


Fig. 6b

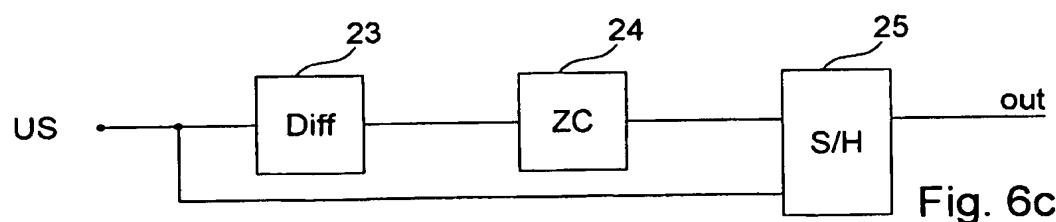


Fig. 6c

4 / 4

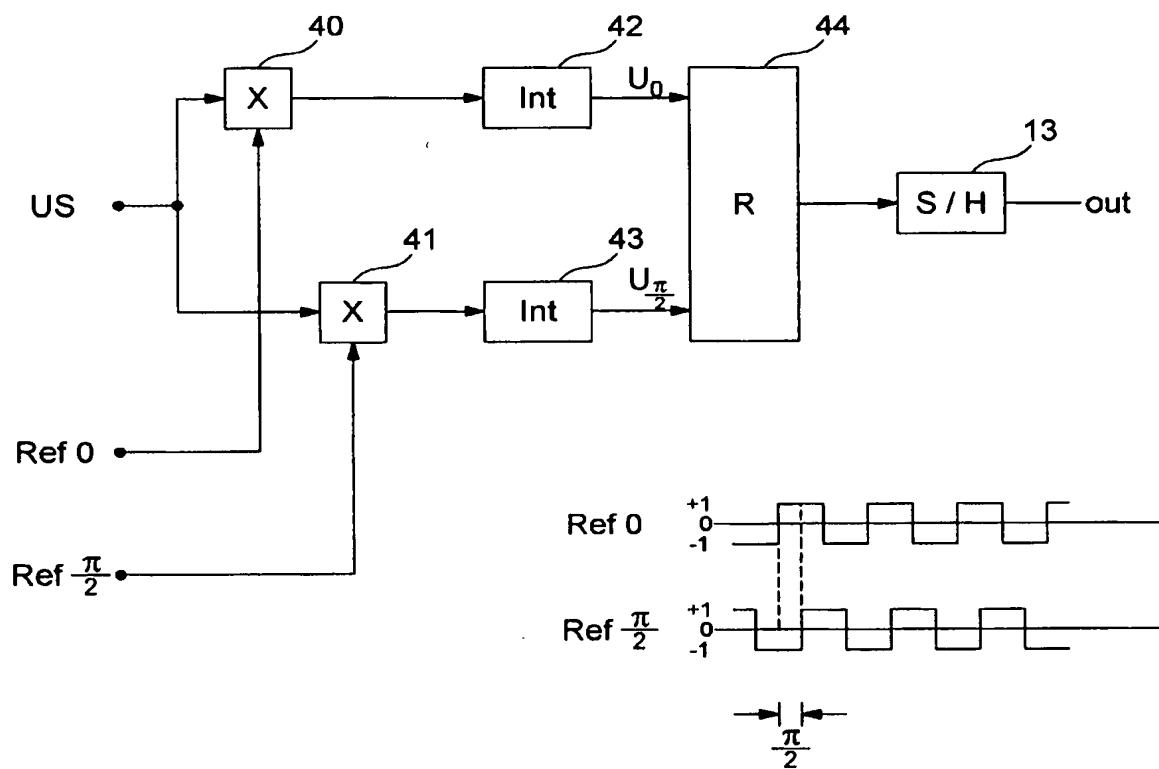


Fig. 6d

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/050319

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01F1/66 G01P5/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01F G01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 803 383 A (SCHLUMBERGER INDUSTRIES SA) 6 July 2001 (2001-07-06) abstract; figures 1,2 page 1 - page 8 -----	1-9
X	US 4 080 574 A (LOOSEMORE ET AL) 21 March 1978 (1978-03-21) abstract; figures 1,2a,2b,3,4 column 1 - column 4 -----	1-9
X	EP 0 981 201 A (SIEMENS-ELEMA AB) 23 February 2000 (2000-02-23) abstract; figures 1,2 column 1 - column 5 -----	1-9

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 July 2005

Date of mailing of the international search report

27/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Barthélémy, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/050319

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
FR 2803383	A 06-07-2001		FR 2803383 A1 AU 2686801 A BR 0017057 A CN 1415068 A ,C EP 1242792 A1 WO 0150095 A1 JP 2003519375 T RU 2232978 C2 US 6766276 B1	06-07-2001 16-07-2001 07-01-2003 30-04-2003 25-09-2002 12-07-2001 17-06-2003 20-07-2004 20-07-2004
US 4080574	A 21-03-1978		GB 1495389 A DE 2503538 A1 FR 2260229 A1 JP 1218707 C JP 50109762 A JP 58055441 B NL 7501196 A	14-12-1977 14-08-1975 29-08-1975 17-07-1984 29-08-1975 09-12-1983 04-08-1975
EP 0981201	A 23-02-2000		EP 0981201 A2 JP 2000065614 A US 6634240 B1	23-02-2000 03-03-2000 21-10-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050319

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01F1/66 G01P5/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01F G01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 803 383 A (SCHLUMBERGER INDUSTRIES SA) 6. Juli 2001 (2001-07-06) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Seite 1 - Seite 8 -----	1-9
X	US 4 080 574 A (LOOSEMORE ET AL) 21. März 1978 (1978-03-21) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2a,2b,3,4 Spalte 1 - Spalte 4 -----	1-9
X	EP 0 981 201 A (SIEMENS-ELEMA AB) 23. Februar 2000 (2000-02-23) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Spalte 1 - Spalte 5 -----	1-9



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- ^a Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Juli 2005

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

27/07/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Barthélémy, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050319

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2803383	A	06-07-2001	FR AU BR CN EP WO JP RU US	2803383 A1 2686801 A 0017057 A 1415068 A ,C 1242792 A1 0150095 A1 2003519375 T 2232978 C2 6766276 B1		06-07-2001 16-07-2001 07-01-2003 30-04-2003 25-09-2002 12-07-2001 17-06-2003 20-07-2004 20-07-2004
US 4080574	A	21-03-1978	GB DE FR JP JP JP NL	1495389 A 2503538 A1 2260229 A1 1218707 C 50109762 A 58055441 B 7501196 A		14-12-1977 14-08-1975 29-08-1975 17-07-1984 29-08-1975 09-12-1983 04-08-1975
EP 0981201	A	23-02-2000	EP JP US	0981201 A2 2000065614 A 6634240 B1		23-02-2000 03-03-2000 21-10-2003